



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ **Offenlegungsschrift**
⑯ **DE 101 43 848 A 1**

⑯ Int. Cl.⁷:
B 23 C 3/16
B 24 B 13/01
B 24 B 13/06
B 23 B 5/36

⑯ Aktenzeichen: 101 43 848.6
⑯ Anmeldetag: 6. 9. 2001
⑯ Offenlegungstag: 27. 3. 2003

⑯ Anmelder:
Loh Optikmaschinen AG, 35578 Wetzlar, DE
⑯ Vertreter:
Patentanwälte Oppermann & Oppermann, 63075
Offenbach

⑯ Erfinder:
Diehl, Joachim, Dipl.-Ing., 35398 Gießen, DE; Lautz,
Ronald, Dipl.-Math., 35625 Hüttenberg, DE; Troß,
Karl-Heinz, 35630 Ehringshausen, DE

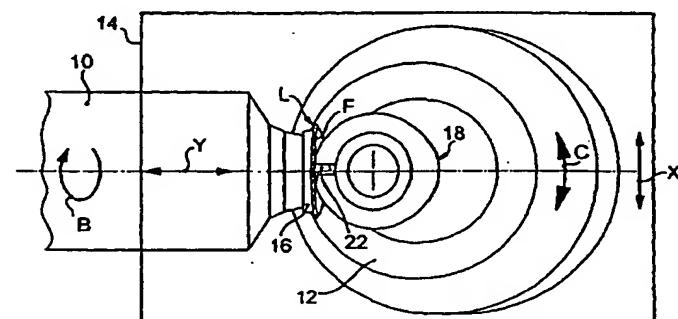
⑯ Entgegenhaltungen:
DE 195 29 786 C1
DE 195 25 310 A1
DE 30 17 880 A1
US 54 85 771 A
EP 08 49 038 A2
WO 99 33 611 A1
WO 97 13 603 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren und Vorrichtung zur Flächenbearbeitung von Werkstücken aus nicht-sprödharten Materialien in der Optikfertigung sowie Werkzeug dafür

⑯ Es wird eine Vorrichtung zur Flächenbearbeitung von u. a. Kunststoff-Brillenlinsen (L) offenbart, die eine Werkstückspindel (10) aufweist, mittels der die Brillenlinse drehwinkelgeregelt um eine Werkstück-Drehachse (B) antriebbar ist, sowie eine Werkzeugspindel (12) hat, mittels der ein Werkzeug (18) um eine Werkzeug-Drehachse (C) drehend antriebbar ist, wobei Werkstück- und Werkzeugspindel lagegeregelt in zwei rechtwinklig verlaufenden Achsrichtungen (X, Y) relativ zueinander bewegbar sind. Erfindungsgemäß ist für eine Drehbearbeitung der zu bearbeitenden Fläche (F) der Brillenlinse das Werkzeug mittels der Werkzeugspindel auch drehwinkelgeregelt um die Werkzeug-Drehachse (C) verschwenkbar, so daß eine am Werkzeug vorgesehene Drehschneide in Abhängigkeit von der Drehwinkelstellung der Brillenlinse mit der zu bearbeitenden Fläche der Brillenlinse in einen definierten Drehbearbeitungseingriff bringbar ist. Die Erfindung umfaßt auch ein kombiniertes Fräsen- und Drehbearbeitungswerkzeug sowie ein kombiniertes Fräsen- und Drehbearbeitungsverfahren. Im Ergebnis sind bei der Flächenbearbeitung in einfacher und effizienter Weise hohe Zerspanungsleistungen und sehr gute Oberflächenqualitäten erzielbar.



DE 101 43 848 A 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Flächenbearbeitung von Werkstücken aus nicht-sprödharten Materialien in der Optikfertigung gemäß den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 bzw. 14 sowie auf ein Werkzeug dafür gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 7. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf die industrielle Bearbeitung von Rezeptflächen an Brillenlinsen aus Kunststoffen, wie Polycarbonat, CR39 und sogenannte "High Index" Materialien.

[0002] Üblicherweise liegt bei dieser Bearbeitung ein aus Kunststoff spritzgegossener Brillenlinsenrohling, auch "Blank" genannt, vor, der eine standardisierte endbearbeitete konvexe Außenfläche mit z. B. sphärischer oder progressiver Form aufweist. Die in der Regel konkaven Innen- bzw. Rezeptflächen erhalten mittels spanender Bearbeitung eine sphärische, asphärische, torische, atorische, progressive oder Freiformgeometrie, je nach der gewünschten optischen Wirkung. Der typische konventionelle Ablauf bei der Innenflächenbearbeitung sieht nach dem Aufblocken des Brillenlinsenrohlings mit seiner Außenfläche auf einem Blockstück einen Frä- oder Drehbearbeitungsprozeß zur Herstellung der optisch aktiven Form vor, gefolgt von einem Feinschleif- oder Polierprozeß zur Erzielung der notwendigen Oberflächengüte.

[0003] Aus dem gattungsbildenden Stand der Technik gemäß der DE 195 29 786 C1 der Anmelderin ist in diesem Zusammenhang ein Verfahren zur Erzeugung einer Oberfläche an einem Brillenlinsenrohling bekannt geworden, das sowohl für sprödharte Materialien als auch für Kunststoffe geeignet ist. Hierbei wird ein scheibenförmiges, rotationssymmetrisches Schleif- bzw. Fräswerkzeug verhältnismäßig großen Durchmessers verwendet, mit dessen Hilfe in mindestens zwei Arbeitsgängen, einem Einstech-Arbeitsgang für den hauptsächlichen Materialabtrag und einem formgebenden Arbeitsgang mit weiterer Materialabtragung entlang eines spiralförmigen Weges, das zu entfernende Rohlingsmaterial mit hoher Schleif- bzw. Fräseistung zerspannt wird. Dabei resultiert aus dem letzten Arbeitsgang eine spiralförmig von außen nach innen verlaufende Bearbeitungsbahn mit geringer kinematischer Rauhigkeit bei relativ großem Spiralabstand. Die so erzeugte Oberfläche bedarf sodann nur geringer Feinschleif- und Poliernachbearbeitung. Wahlweise kann in dieses Verfahren sogar sowohl ein an die Brillengestellform anpassender Randbearbeitungsvorgang als auch ein den Brillenglasrand facettierender Arbeitsgang integriert sein.

[0004] Obgleich mit diesem vorbekannten Verfahren eine sehr gute Zerspanungsleistung und demgemäß kurze, industriellen Anforderungen genügende Bearbeitungszeiten erzielt werden können, wäre es für bestimmte Anwendungsfälle wünschenswert, eine noch höhere Oberflächenqualität vor der Feinschleif- bzw. Poliernachbearbeitung zu erzielen, insbesondere bei komplexen optischen Flächen, wie asphärischen, atorischen oder progressiven bzw. Freiformflächen. Bei diesen Flächenformen können nämlich keine Feinschleifprozesse nachgeschaltet werden, die formgebundene Werkzeuge verwenden. Vielmehr müssen derartige Flächen in der Regel unter Verwendung flexibler Polierwerkzeuge poliert werden, wobei dies um so besser und effizienter geschehen kann, je weniger Polierabtrag erforderlich ist. Im Idealfall könnte bei Flächen mit sehr hoher Oberflächenqualität ein nachgeschalteter Feinschleif- oder Polierprozeß eventuell sogar gänzlich entfallen, wobei dann eine dem Polieren angenäherte optische Qualität durch ein nachgeschaltetes Beschichtungsverfahren, auch "Cut & Coat" Verfahren genannt, erhalten werden könnte (siehe z. B.

DE 30 17 880 A1).

[0005] Schließlich sind – wie eingangs bereits erwähnt – auch Drehbearbeitungsverfahren bekannt, die der Erzeugung von Rezeptflächen an Brillenlinsenrohlingen aus Kunststoff dienen. In diesem Zusammenhang sei beispielsweise auf die Druckschriften US-PS 5,485,771, WO 97/13603, EP 0 849 038 A2 und WO 99/33611 verwiesen. Die Erzielung qualitativ hochwertiger Oberflächen setzt bei diesen Drehbearbeitungsverfahren ausreichende Schnittgeschwindigkeiten voraus. Werden z. B. nicht-rotationsymmetrische Flächen mit hohen Zylinderwirkungen gedreht, muß der Drehmeißel zur Erzielung hoher Oberflächenqualitäten mit enorm hohen Beschleunigungen von zum Teil mehr als 10 g über einen Hub von bis zu 15 mm zweimal pro Werkstückumdrehung mit hoher Stellgenauigkeit bewegt werden. Hierfür werden im einschlägigen Stand der Technik sogenannte "Fast-Tool-Servos" eingesetzt, bei denen der Drehmeißel direkt mittels eines Lincarmotors bewegt wird. Um die hierbei resultierende Schwingung des Drehsupports zu kompensieren, ist ein im Gewicht dem Drehsupport entsprechender Kompensationsschlitten vorgesehen, der im Gegentakt zum Drehsupport schwingt. Die hierbei bewegten Teile müssen extrem leicht gebaut werden, zudem stellen die hohen Beschleunigungen sehr hohe technische Anforderungen an die Linearmotoren, die Messsysteme und nicht zuletzt an die Steuerung. Darüber hinaus ist eine Zerspanung von Rohlingsmaterial mit mehr als 5 mm Dicke selbst unter Verwendung von Profil-Drehmeißeln nicht möglich. Brillenlinsenrohlinge sind jedoch oft bis zu 15 mm dicker als die fertige Brillenlinse, weshalb mehrere Drehbearbeitungsvorgänge notwendig sind. Alles in allem werden bei den bekannten Drehbearbeitungsverfahren zum einen relativ aufwendige Vorrichtungen eingesetzt; zum anderen sind hier die Bearbeitungszeiten bei großen zu zerspanenden Werkstoffvolumina noch verbesserungsbedürftig.

[0006] Ausgehend vom Stand der Technik nach der DE 195 29 786 C1 liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein effizientes Verfahren anzugeben und eine einfach aufgebaute Vorrichtung zu schaffen, mittels dem bzw. der bei hoher Zerspanungsleistung eine gegenüber dem gattungsbildenden Stand der Technik höhere Oberflächenqualität erzielbar ist. Die Erfindungsaufgabe umfaßt auch die Bereitstellung eines geeignet ausgebildeten Werkzeugs.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die in den Patentansprüchen 1, 7 bzw. 14 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte bzw. zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Patentansprüche 2 bis 6, 8 bis 13 und 15.

[0008] Nach einem im Patentanspruch 1 angegebenen Grundgedanken der Erfindung schließt sich bei einem Verfahren zur Flächenbearbeitung von Werkstücken aus nicht-sprödharten Materialien in der Optikfertigung, wie Brillenlinsen aus Kunststoff, bei welchem das im Drehwinkel geregt um eine Werkstück-Drehachse B rotierende Werkstück einem Fräsbearbeitungsvorgang durch ein Werkzeug ausgesetzt wird, das um eine mit der Werkstück-Drehachse B einen vorbestimmten Winkel einschließende Werkzeug-Drehachse C rotiert, wobei das Werkstück und das Werkzeug in wenigstens einer von zwei rechtwinklig verlaufenden Achsrichtungen X, Y derart lagegeregelt relativ zueinander bewegt werden, daß das Werkzeug während eines Einstech-Arbeitsgangs mindestens im Bereich des Außenrands des Werkstücks eine ringmuldenförmige Ausnehmung erzeugt, bevor das Werkzeug in einem formgebenden Arbeitsgang entlang eines spiralförmigen Weges über das Werkstück weiteres Material abträgt, an diesen Fräsbearbeitungsvorgang ein Drehbearbeitungsvorgang an, bei dem eine am Werkzeug vorgesehene Drehschneide durch eine lagegere-

gelte Relativbewegung von Werkstück und Werkzeug in wenigstens einer der zwei Achsrichtungen X, Y und eine im Drehwinkel geregelte Schwenkbewegung des Werkzeugs um die Werkzeug-Drehachse C tangential an die zu bearbeitende Fläche des im Drehwinkel geregelt um die Werkstück-Drehachse B gedrehten Werkstücks angelegt und im Drehbearbeitungseingriff entlang eines spiralförmigen Weges über das Werkstück geführt wird.

[0009] Weiterhin sieht die Erfindung nach der Lehre des Patentanspruchs 7 insbesondere für die Durchführung des obigen Verfahrens ein Werkzeug zur Flächenbearbeitung von Werkstücken aus nicht-sprödharren Materialien in der Optikfertigung, wie Brillenlinsen aus Kunststoff, vor, das einen Grundkörper aufweist, an dem eine Mehrzahl von Fräser-schneiden vorgesehen ist, die bei einer Drehung des Werkzeugs um eine Werkzeug-Drehachse C in einer Ebene senkrecht zur Werkzeug-Drehachse C einen Flugkreis definieren, wobei sich dieses Werkzeug dadurch auszeichnet, daß am Grundkörper auch mindestens eine Drehschneide vorgesehen ist, die gegenüber dem Flugkreis der Fräser-schneiden um einen vorbestimmten Betrag nach radial innen versetzt angeordnet ist.

[0010] Schließlich ist erfahrungsgemäß bei der im Oberbegriff des Patentanspruchs 14 angegebenen, insbesondere für die Durchführung des obigen Verfahrens unter Verwendung insbesondere des obigen Werkzeugs geeigneten Vorrichtung zur Flächenbearbeitung von Werkstücken aus nicht-sprödharren Materialien in der Optikfertigung, wie Brillenlinsen aus Kunststoff, die eine Werkstückspindel hat, mittels der das Werkstück im Drehwinkel geregelt um eine Werkstück-Drehachse B drehend antreibbar ist, und eine Werkzeugspindel aufweist, mittels der das Werkzeug um eine Werkzeug-Drehachse C drehend antreibbar ist, welche mit der Werkstück-Drehachse B einen vorbestimmten Winkel einschließt, wobei Werkstück- und Werkzeugspindel la-gegeregelt in zwei rechtwinklig verlaufenden Achsrichtungen X, Y relativ zueinander bewegbar sind, für eine Drehbe-arbeitung der zu bearbeitenden Fläche des Werkstücks das Werkzeug mittels der Werkzeugspindel im Drehwinkel ge-regelt um die Werkzeug-Drehachse C verschwenkbar, so daß eine am Werkzeug vorgesehene Drehschneide in Ab-hängigkeit von der Drehwinkelstellung des Werkstücks mit der zu bearbeitenden Fläche des Werkstücks in einen definierten Drehbearbeitungseingriff bringbar ist.

[0011] Im Kern stellt die Erfindung verfahrensseitig also darauf ab, den bewährten Fräsbearbeitungsvorgang, bei dem große Materialmengen des Werkstücks, z. B. des Brillenlin-senrohlings, in sehr kurzer Zeit zerspannt werden können, mit einem sich daran anschließenden, speziellen (Fein)Drehbe-arbeitungsvorgang zu kombinieren, welcher der Erzielung einer höheren Oberflächenqualität dient. Hierbei werden durch den Drehbearbeitungsvorgang ggf. nachfolgende Be-arbeitungsschritte störende Fräsriften beseitigt, die während des Fräsbearbeitungsvorgangs infolge des diskontinuierli-chen Bearbeitungseingriffs der einzelnen Fräser-schneiden bzw. des unterbrochenen Schnitts durch die Fräser-schneiden auf der bearbeiteten Fläche des Werkstücks in Richtung der Mittelachse im wesentlichen senkrecht zur Spiralbahn erzeugt werden. Werkzeugseitig wird ein Werkzeug vorge-schlagen, das quasi eine Kombination von Fräser und Dreh-schneiden- bzw. -meißelrevolver darstellt, wobei die wenigstens eine Drehschneide des Werkzeugs in radialer Richtung gesehen hinter dem Flugkreis der Fräser-schneiden zurück-steht, so daß die Drehschneide bei einer kontinuierlichen Drehung des Werkzugs während eines Fräsbearbeitungs-vorgangs nicht mit dem Werkstück in Bearbeitungseingriff gelangen kann. Für einen sich an den Fräsbearbeitungsvor-gang anschließenden Drehbearbeitungsvorgang ist das

Werkzeug zunächst zu stoppen und sodann mit seiner Dreh-schneide bezüglich der zu bearbeitenden Werkstückfläche winkelzupositionieren. Die Drehschneide kann somit auch unabhängig von den Fräser-schneiden hinsichtlich der

5 Schneidengeometrie (Schneidenradius, Spanwinkel) sowie dem Schneidenmaterial gestaltet und demgemäß optimal an das Werkstückmaterial angepaßt werden. Vorrichtungsseitig wird schließlich die bekannte, in den zwei Linearachsen X und Y lagegeregelt sowie in der Werkstück-Drehachse B drehwinkelgeregelt Vorrichtung in einfacher Weise um eine weitere (CNC-)geregelte Achse ergänzt, nämlich die drehwinkelgeregelte Werkzeug-Drehachse C. Dies gestattet eine Schwenkpositionierung des Werkzeugs bezüglich der zu bearbeitenden Fläche des Werkstücks, so daß die Dreh-schneide des Werkzeugs stets in einen definierten Drehbearbeitungseingriff mit der zu bearbeitenden Fläche des Werk-stücks gebracht werden kann, beispielsweise derart, daß da-bci eine an die Drehschneide angelegte Tangente stets mit einer an die zu bearbeitende Fläche angelegten Tangente zu-sammenfällt. In Summe kann die zu bearbeitende Fläche des Werkstücks mit nur einem Werkzeug, welches neben Fräser-schneiden auch wenigstens eine Drehschneide aufweist, in nur einer Vorrichtung und einer Aufspannung des Werk-stücks sowohl einem Fräsbearbeitungsvorgang mit einem 25 verhältnismäßig großen Zerspanungsvolumen als auch ei-nem (Fein) Drehbearbeitungsvorgang unterworfen werden, so daß Flächen von beliebiger Geometrie mit hoher Qualität, d. h. makrogeometrisch gesehen verbesserter Geometriege-nauigkeit und mikrogeometrisch gesehen geringstmöglicher 30 Randzonenschädigung schnell und zuverlässig bearbeitet werden können.

[0012] Gemäß dem Patentanspruch 2 ist vorgesehen, daß bei dem Drehbearbeitungsvorgang wenigstens ein Teilbe-reich einer Drehschneide des Werkzeugs mit der zu bearbei-tenden Fläche des Werkstücks in Drehbearbeitungseingriff gebracht wird, wobei zumindest der in Drehbearbeitungs-eingriff gebrachte Teilbereich der Drehschneide gleich oder nur geringfügig stärker gekrümmkt ist als die zu bearbeitende Fläche. Da erfahrungsgemäß die Drehschneide auch defi-niert verschwenkt und somit tangential an die zu bearbei-tende Fläche des Werkstücks angelegt werden kann, kann hier in kostengünstiger Weise selbst eine relativ schmale Drehschneide eine relativ flache Krümmung bzw. einen gro-ßen Radius aufweisen, anders als die im Stand der Technik 45 verwendeten Drehschneiden, die eine sehr starke Krüm-mung bzw. einen sehr kleinen Radius aufweisen müssen, da-mit sie bei lediglich linearer Zustellung eine definierte Geo-metrie am Werkstück, insbesondere Brillenlinsen mit stark gekrümmten Rezeptiflächen erzeugen können. Die somit erst durch die Erfindung mit vertretbarem Aufwand mögliche Verwendung von Drehschneiden mit im Verhältnis flachen Krümmungen hat darüber hinaus den Vorteil, daß bei der Drehbearbeitung Spiralbahnen mit relativ großen Spiralab-ständen ohne hohe Dynamik der Zustellbewegungen gefah-renen werden können, was nicht nur die Drehbearbeitung ge-genüber herkömmlichen Drehbearbeitungsprozeßen bei we-nigstens gleicher Qualität der erzeugten Oberflächen be-schleunigt sondern auch geringere Anforderungen an die 55 verwendete Vorrichtung stellt.

60 [0013] Auch das im Patentanspruch 3 angegebene Vorge-hen bei dem Drehbearbeitungsvorgang baut in vorteilhafter Weise darauf auf, daß die Drehschneide nach der Erfindung relativ zu der zu bearbeitenden Fläche des Werkstücks defi-niert verschwenkt werden kann. Demgemäß wird bei dem 65 Drehbearbeitungsvorgang wenigstens ein Teilbereich einer Drehschneide des Werkzeugs mit der zu bearbeitenden Fläche des Werkstücks in Drehbearbeitungseingriff gebracht, wobei das Werkzeug für weitere Drehbearbeitungsvorgänge

in Abhängigkeit vom Verschleiß der Drehschneide um die Werkzeug-Drehachse im Drehwinkel geregelt verschwenkt wird, um einen anderen Teilbereich dieser Drehschneide oder wenigstens einen Teilbereich einer anderen Drehschneide mit der zu bearbeitenden Fläche des Werkstücks in Drehbearbeitungseingriff zu bringen. Der Drehschneidenverschleiß könnte hierbei beispielsweise über eine Messung der erzeugten Fläche und einen sich anschließenden Vergleich zwischen dem Soll- und dem Istzustand des Bearbeitungsergebnisses ermittelt werden.

[0014] Nach der Lehre des Patentanspruchs 4 wird für den Drehbearbeitungsvorgang am Werkzeug eine Drehschneide eingesetzt, die, wie auch im Patentanspruch 10 angegeben, unterschiedlich gekrümmte Teilbereiche aufweist, wobei das Werkzeug in Abhängigkeit von dem gewünschten Zerspanungsvolumen und der gewünschten Oberflächenqualität der bearbeiteten Fläche des Werkstücks derart um die Werkzeug-Drehachse im Drehwinkel geregelt verschwenkt wird, daß für ein im Verhältnis großes Zerspanungsvolumen ein stärker gekrümmter Teilbereich der Drehschneide mit der zu bearbeitenden Fläche des Werkstücks in Drehbearbeitungseingriff gebracht wird, während für eine im Verhältnis hohe Oberflächenqualität ein schwächer gekrümmter Teilbereich der Drehschneide mit der zu bearbeitenden Fläche des Werkstücks in Drehbearbeitungseingriff gebracht wird. So kann den jeweiligen Erfordernissen entsprechend die Drehbearbeitung unter in vorteilhafter Weise vorwählbaren Gesichtspunkten erfolgen, ohne daß dazu das Werkzeug zu wechseln wäre. Insbesondere in herstellungstechnischer Hinsicht zweckmäßig ist hierbei die im Patentanspruch 10 angegebene Ausbildung des Werkzeugs, gemäß der die Drehschneide Teilbereiche von verschiedener, jeweils konstanter Krümmung aufweist, wobei die Krümmung in Drehrichtung des Werkzeugs gesehen ausgehend von einem Ende der Drehschneide zum anderen Ende der Drehschneide von Teilbereich zu Teilbereich kontinuierlich abnimmt.

[0015] Der Patentanspruch 5 sieht vor, daß bei dem Drehbearbeitungsvorgang eine mit der zu bearbeitenden Fläche im Drehbearbeitungseingriff befindliche Drehschneide entlang eines spiralförmigen Weges über das Werkstück geführt wird, der in Regelungstechnisch einfacher Weise eine Form ähnlich einer archimedischen Spirale aufweist. Dies ermöglicht in vorteilhafter Weise auch im wesentlichen konstante Schnittgeschwindigkeiten während des Drehbearbeitungsvorgangs, ohne daß hierfür ein hoher Regelungstechnischer Aufwand betrieben werden müßte. Alternativ dazu ist es aber auch denkbar, während des Drehbearbeitungsvorgangs Spiralbahnen zu fahren, die eine in einer der Achsrichtungen X, Y gestauchte Form aufweisen. Um die Dynamik der Zustellbewegungen abzuschwächen, würde sich hier eine Stauchung der Form der gefahrenen Spiralbahn in der Achsrichtung anbieten, in der während des Drehbearbeitungsvorgangs die beteiligten Bauelemente der Vorrichtung mit oder gegen die Schwerkraft bewegt werden müssen.

[0016] Ein weiterer wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen, aus einem bestimmten Fräsbearbeitungsvorgang und einem sich daran anschließenden speziellen Drehbearbeitungsvorgang kombinierten Verfahrens ist darin zu sehen, daß das von reinen Drehverfahren her bekannte Problem der Entstehung eines Fließspans, und damit der Spanabfuhr nicht besteht, welches insbesondere bei zähen Kunststoffen, wie Polycarbonat, nicht zu unterschätzen ist. Vor allem bei manueller, vollautomatischer Bearbeitung kann es durch einen Fließspan zum Späncstau und daraus resultierenden Maschinenausfällen kommen. Bei Brillenlinsen-Drehmaschinen wird aus diesem Grund oftmals eine Späneabsaugung mit integriertem Häcksler eingesetzt. Derartige

Einrichtungen crübrigen sich bei dem erfindungsgemäßen Bearbeitungsverfahren in vorteilhafter Weise. Während des anfänglichen Fräsbearbeitungsvorgangs entstehen kurze Späne, deren Abfuhr keinerlei Probleme bereitet; beim

5 nachfolgenden Drehbearbeitungsvorgang entsteht nicht zuletzt aufgrund der wie oben beschrieben möglichen, nur schwach gekrümmten Drehschneide ein sehr dünner, relativ breiter Fließspan, der infolge der mit abgetragenen Fräsrinnen, die quasi Sollbruchstellen des Spans darstellen, örtlich 10 geschwächt ist und deshalb relativ leicht zerbricht. Wie Versuche der Anmelderin gezeigt haben, läßt sich der beim Drehbearbeitungsvorgang entstehende Fließspan besonders leicht zerstücken, wenn, wie im Patentanspruch 6 angegeben, während des Drehbearbeitungsvorgangs ein Hochdruck-Kühlmittelstrahl auf die Bearbeitungseingriffsstelle zwischen Werkzeug und Werkstück gerichtet wird.

[0017] Nach der Lehre des Patentanspruchs 8 sind am Grundkörper mehrere Drehschneiden vorgesehen, die vorzugsweise gleichmäßig am Umfang des Grundkörpers verteilt sind. Somit können in vorteilhafter Weise z. B. untereinander verschiedene Drehschneiden, die hinsichtlich ihrer Geometrie und/oder des Drehschneidenmaterials individuell an die zu erzeugende Werkstückgeometrie und/oder an das zu zerspanende Material des Werkstücks angepaßt sind, an einem Werkzeug eingesetzt werden, so daß selbst für die Bearbeitung von in Geometrie bzw. Werkstoff verschiedenen Werkstücken das Werkzeug nicht gewechselt werden muß. Eine gleichmäßige Verteilung der Drehschneiden am Umfang des Grundkörpers hat den Vorteil, daß infolge der 15 Drehschneiden keine Unwuchten entstehen, die bei einem Einsatz des Werkzeugs als Fräser der Oberflächenqualität der erzeugten Fläche abträglich sein könnten.

[0018] Gemäß dem Patentanspruch 9 hat die wenigstens eine Drehschneide eine konstante Krümmung mit einem Radius, der im wesentlichen dem Abstand der Drehschneide 20 zur Werkzeug-Drehachse entspricht. Durch diese Ausgestaltung der Drehschneide werden auf vorteilhaft einfache Weise Formfehler an der bearbeiteten Fläche des Werkstücks zuverlässig vermieden, die ggf. durch eine falsche 25 Winkelstellung der Drehschneide hervorgerufen werden könnten. Mit anderen Worten gesagt sind somit Fehler bei der Schwenkpositionierung der Drehschneide für die Drehbearbeitung in vorteilhafter Weise vernachlässigbar.

[0019] Der Patentanspruch 11 sieht vor, daß die Drehschneide zwei Teilbereiche hat, von denen der eine Teilbereich eine konstante Krümmung mit einem Radius aufweist, der im wesentlichen dem Abstand der Drehschneide zur Werkzeug-Drehachse entspricht, wodurch sich bei der Drehbearbeitung die obigen Vorteile ergeben, während der andere Teilbereich eine konstante Krümmung mit einem Radius aufweist, der deutlich kleiner ist als der Radius des erstgenannten Teilbereichs. Bei dieser Ausgestaltung der Drehschneide kann der einen kleineren Radius aufweisende Teilbereich als Einlaufbereich vorteilhaft dem Grobzerspanen 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750 755 760 765 770 775 780 785 790 795 800 805 810 815 820 825 830 835 840 845 850 855 860 865 870 875 880 885 890 895 900 905 910 915 920 925 930 935 940 945 950 955 960 965 970 975 980 985 990 995 1000 1005 1010 1015 1020 1025 1030 1035 1040 1045 1050 1055 1060 1065 1070 1075 1080 1085 1090 1095 1100 1105 1110 1115 1120 1125 1130 1135 1140 1145 1150 1155 1160 1165 1170 1175 1180 1185 1190 1195 1200 1205 1210 1215 1220 1225 1230 1235 1240 1245 1250 1255 1260 1265 1270 1275 1280 1285 1290 1295 1300 1305 1310 1315 1320 1325 1330 1335 1340 1345 1350 1355 1360 1365 1370 1375 1380 1385 1390 1395 1400 1405 1410 1415 1420 1425 1430 1435 1440 1445 1450 1455 1460 1465 1470 1475 1480 1485 1490 1495 1500 1505 1510 1515 1520 1525 1530 1535 1540 1545 1550 1555 1560 1565 1570 1575 1580 1585 1590 1595 1600 1605 1610 1615 1620 1625 1630 1635 1640 1645 1650 1655 1660 1665 1670 1675 1680 1685 1690 1695 1700 1705 1710 1715 1720 1725 1730 1735 1740 1745 1750 1755 1760 1765 1770 1775 1780 1785 1790 1795 1800 1805 1810 1815 1820 1825 1830 1835 1840 1845 1850 1855 1860 1865 1870 1875 1880 1885 1890 1895 1900 1905 1910 1915 1920 1925 1930 1935 1940 1945 1950 1955 1960 1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100 2105 2110 2115 2120 2125 2130 2135 2140 2145 2150 2155 2160 2165 2170 2175 2180 2185 2190 2195 2200 2205 2210 2215 2220 2225 2230 2235 2240 2245 2250 2255 2260 2265 2270 2275 2280 2285 2290 2295 2300 2305 2310 2315 2320 2325 2330 2335 2340 2345 2350 2355 2360 2365 2370 2375 2380 2385 2390 2395 2400 2405 2410 2415 2420 2425 2430 2435 2440 2445 2450 2455 2460 2465 2470 2475 2480 2485 2490 2495 2500 2505 2510 2515 2520 2525 2530 2535 2540 2545 2550 2555 2560 2565 2570 2575 2580 2585 2590 2595 2600 2605 2610 2615 2620 2625 2630 2635 2640 2645 2650 2655 2660 2665 2670 2675 2680 2685 2690 2695 2700 2705 2710 2715 2720 2725 2730 2735 2740 2745 2750 2755 2760 2765 2770 2775 2780 2785 2790 2795 2800 2805 2810 2815 2820 2825 2830 2835 2840 2845 2850 2855 2860 2865 2870 2875 2880 2885 2890 2895 2900 2905 2910 2915 2920 2925 2930 2935 2940 2945 2950 2955 2960 2965 2970 2975 2980 2985 2990 2995 3000 3005 3010 3015 3020 3025 3030 3035 3040 3045 3050 3055 3060 3065 3070 3075 3080 3085 3090 3095 3100 3105 3110 3115 3120 3125 3130 3135 3140 3145 3150 3155 3160 3165 3170 3175 3180 3185 3190 3195 3200 3205 3210 3215 3220 3225 3230 3235 3240 3245 3250 3255 3260 3265 3270 3275 3280 3285 3290 3295 3300 3305 3310 3315 3320 3325 3330 3335 3340 3345 3350 3355 3360 3365 3370 3375 3380 3385 3390 3395 3400 3405 3410 3415 3420 3425 3430 3435 3440 3445 3450 3455 3460 3465 3470 3475 3480 3485 3490 3495 3500 3505 3510 3515 3520 3525 3530 3535 3540 3545 3550 3555 3560 3565 3570 3575 3580 3585 3590 3595 3600 3605 3610 3615 3620 3625 3630 3635 3640 3645 3650 3655 3660 3665 3670 3675 3680 3685 3690 3695 3700 3705 3710 3715 3720 3725 3730 3735 3740 3745 3750 3755 3760 3765 3770 3775 3780 3785 3790 3795 3800 3805 3810 3815 3820 3825 3830 3835 3840 3845 3850 3855 3860 3865 3870 3875 3880 3885 3890 3895 3900 3905 3910 3915 3920 3925 3930 3935 3940 3945 3950 3955 3960 3965 3970 3975 3980 3985 3990 3995 4000 4005 4010 4015 4020 4025 4030 4035 4040 4045 4050 4055 4060 4065 4070 4075 4080 4085 4090 4095 4100 4105 4110 4115 4120 4125 4130 4135 4140 4145 4150 4155 4160 4165 4170 4175 4180 4185 4190 4195 4200 4205 4210 4215 4220 4225 4230 4235 4240 4245 4250 4255 4260 4265 4270 4275 4280 4285 4290 4295 4300 4305 4310 4315 4320 4325 4330 4335 4340 4345 4350 4355 4360 4365 4370 4375 4380 4385 4390 4395 4400 4405 4410 4415 4420 4425 4430 4435 4440 4445 4450 4455 4460 4465 4470 4475 4480 4485 4490 4495 4500 4505 4510 4515 4520 4525 4530 4535 4540 4545 4550 4555 4560 4565 4570 4575 4580 4585 4590 4595 4600 4605 4610 4615 4620 4625 4630 4635 4640 4645 4650 4655 4660 4665 4670 4675 4680 4685 4690 4695 4700 4705 4710 4715 4720 4725 4730 4735 4740 4745 4750 4755 4760 4765 4770 4775 4780 4785 4790 4795 4800 4805 4810 4815 4820 4825 4830 4835 4840 4845 4850 4855 4860 4865 4870 4875 4880 4885 4890 4895 4900 4905 4910 4915 4920 4925 4930 4935 4940 4945 4950 4955 4960 4965 4970 4975 4980 4985 4990 4995 5000 5005 5010 5015 5020 5025 5030 5035 5040 5045 5050 5055 5060 5065 5070 5075 5080 5085 5090 5095 5100 5105 5110 5115 5120 5125 5130 5135 5140 5145 5150 5155 5160 5165 5170 5175 5180 5185 5190 5195 5200 5205 5210 5215 5220 5225 5230 5235 5240 5245 5250 5255 5260 5265 5270 5275 5280 5285 5290 5295 5300 5305 5310 5315 5320 5325 5330 5335 5340 5345 5350 5355 5360 5365 5370 5375 5380 5385 5390 5395 5400 5405 5410 5415 5420 5425 5430 5435 5440 5445 5450 5455 5460 5465 5470 5475 5480 5485 5490 5495 5500 5505 5510 5515 5520 5525 5530 5535 5540 5545 5550 5555 5560 5565 5570 5575 5580 5585 5590 5595 5600 5605 5610 5615 5620 5625 5630 5635 5640 5645 5650 5655 5660 5665 5670 5675 5680 5685 5690 5695 5700 5705 5710 5715 5720 5725 5730 5735 5740 5745 5750 5755 5760 5765 5770 5775 5780 5785 5790 5795 5800 5805 5810 5815 5820 5825 5830 5835 5840 5845 5850 5855 5860 5865 5870 5875 5880 5885 5890 5895 5900 5905 5910 5915 5920 5925 5930 5935 5940 5945 5950 5955 5960 5965 5970 5975 5980 5985 5990 5995 6000 6005 6010 6015 6020 6025 6030 6035 6040 6045 6050 6055 6060 6065 6070 6075 6080 6085 6090 6095 6100 6105 6110 6115 6120 6125 6130 6135 6140 6145 6150 6155 6160 6165 6170 6175 6180 6185 6190 6195 6200 6205 6210 6215 6220 6225 6230 6235 6240 6245 6250 6255 6260 6265 6270 6275 6280 6285 6290 6295 6300 6305 6310 6315 6320 6325 6330 6335 6340 6345 6350 6355 6360 6365 6370 6375 6380 6385 6390 6395 6400 6405 6410 6415 6420 6425 6430 6435 6440 6445 6450 6455 6460 6465 6470 6475 6480 6485 6490 6495 6500 6505 6510 6515 6520 6525 6530 6535 6540 6545 6550 6555 6560 6565 6570 6575 6580 6585 6590 6595 6600 6605 6610 6615 6620 6625 6630 6635 6640 6645 6650 6655 6660 6665 6670 6675 6680 6685 6690 6695 6700 6705 6710 6715 6720 6725 6730 6735 6740 6745 6750 6755 6760 6765 6770 6775 6780 6785 6790 6795 6800 6805 6810 6815 6820 6825 6830 6835 6840 6845 6850 6855 6860 6865 6870 6875 6880 6885 6890 6895 6900 6905 6910 6915 6920 6925 6930 6935 6940 6945 6950 6955 6960 6965 6970 6975 6980 6985 6990 6995 7000 7005 7010 7015 7020 7025 7030 7035 7040 7045 7050 7055 7060 7065 7070 7075 7080 7085 7090 7095 7100 7105 7110 7115 7120 7125 7130 7135 7140 7145 7150 7155 7160 7165 7170 7175 7180 7185 7190 7195 7200 7205 7210 7215 7220 7225 7230 7235 7240 7245 7250 7255 7260 7265 7270 7275 7280 7285 7290 7295 7300 7305 7310 7315 7320 7325 7330 7335 7340 7345 7350 7355 7360 7365 7370 7375 7380 7385 7390 7395 7400 7405 7410 7415 7420 7425 7430 7435 7440 7445 7450 7455 7460 7465 7470 7475 7480 7485 7490 7495 7500 7505 7510 7515 7520 7525 7530 7535 7540 7545 7550 7555 7560 7565 7570 7575 7580 7585 7590 7595 7600 7605 7610 7615 7620 7625 7630 7635 7640 7645 7650 7655 7660 7665 7670 7675 7680 7685 7690 7695 7700 7705 7710 7715 7720 7725 7730 7735 7740 7745 7750 7755 7760 7765 7770 7775 7780 7785 7790 7795 7800 7805 7810 7815 7820 7825 7830 7835 7840 7845 7850 7855 7860 7865 7870 7875 7880 7885 7890 7895 7900 7905 7910 7915 7920 7925 7930 7935 7940 7945 7950 7955 7960 7965 7970 7975 7980 7985 7990 7995 8000 8005 8010 8015 8020 8025 8030 8035 8040 8045 8050 8055 8060 8065 8070 8075 8080 8085 8090 8095 8100 8105 8110 8115 8120 8125 8130 8135 8140 8145 8150 8155 8160 8165 8170 8175 8180 8185 8190 8195 8200 8205 8210 8215 8220 8225 8230 8235 8240 8245 8250 8255 8260 8265 8270 8275 8280 8285 8290 8295 8300 8305 8310 8315 8320 8325 8330 8335 8340 8345 8350 8355 8360 8365 8370 8375 8380 8385 8390 8395 8400 8405 8410 8415 8420 8425 8430 8435 8440 8445 8450 8455 8460 8465 8470 8475 8480 8485 8490 8495 8500 8505 8510 8515 8520 8525 8530 8535 8540 8545 8550 8555 8560 8565 8570 8575 8580 8585 8590 8595 8600 8605 8610 8615 8620 8625 8630 8635 8640 8645 8650 8655 8660 8665 8670 8675 8680 8685 8690 8695 8700 8705 8710 8715 8720 8725 8730 8735 8740 8745 8750 8755 8760 8765 8770 8775 8780 8785 8790 8795 8800 8805 8810 8815 8820 8825 8830 8835 8840 8845 8850 8855 8860 8865 8870 8875 8880 8885 8890 8895 8900 8905 8910 8915 8920 8925 8930 8935 8940 8945 8950 8955 8960 8965 8970 8975 8980 8985 8990 8995 9000 9005 9010 9015 9020 9025 9030 9035 9040 9045 9050 9055 9060 9065 9070 9075 9080 9085 9090 9095 9100 9105 9110 9115 9120 9125 9130 9135 9140 9145 9150 9155 9160 9165 9170 9175 9180 9185 9190 9195 9200 9205 9210 9215 9220 9225 9230 9235 9240 9245 9250 9255 9260 9265 9270 9275 9280 9285

Grundkörper mit einem Sackloch zur Aufnahme eines im Querschnitt kreisförmigen Schafts des Drehmeißels verschen, wobei der Schaft eine schräge Aussparung aufweist, an dem eine in eine Gewindebohrung des Grundkörpers einschraubbare Schraube anliegt, um den Drehmeißel lösbar am Grundkörper zu befestigen und auf Anschlag gegen den Boden des Sacklochs zu halten. Die Längenabstimmung des Drehmeißels kann hier in einfacher Weise in der Bearbeitungsvorrichtung erfolgen, nachdem der Drehmeißel entsprechend dem Werkstück positioniert wurde. Dabei wird z. B. eine Brillenlinse gedreht und sodann deren Mittendicke gemessen. Falls die korrekte Mittendicke nicht erreicht wird, kann das Maß, um das der Drehmeißel bei der Drehbearbeitung zu lang oder zu kurz war, bei Folgebearbeitungen durch entsprechende Regelung der Achsen der Vorrichtung CNC-technisch kompensiert werden.

[0022] Schließlich sind gemäß dem Patentanspruch 15 sowohl die Werkstückspindel als auch die Werkzeugspindel horizontal ausgerichtet. Diese Anordnung wird bevorzugt, weil dadurch die Beschickung der Vorrichtung und der Spanabtransport während der Bearbeitung vereinfacht werden. Denkbar ist jedoch auch eine massendynamisch optimierte Ausrichtung der Werkstück- und Werkzeugspindeln derart, daß bei der Bearbeitung keine der Spindeln mit oder gegen die Schwerkraft bewegt werden muß.

[0023] Im folgenden wird die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beigefügten, zum Teil schematischen Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen:

[0024] Fig. 1 eine erfundungsgemäße Vorrichtung zur Flächenbearbeitung von Brillenlinsen aus Kunststoff in einer schematischen, teilweise geschnittenen und abgebrochenen Vorderansicht, in der Werkstück und Werkzeug sich in einem Fräsbearbeitungseingriff befinden und vier CNC-geregelte Achsen, nämlich eine Linearachse Y für das Werkstück, eine dazu rechtwinklig verlaufende Linearachse X für das Werkzeug, eine drehwinkelgeregelte Werkstück-Drehachse B und eine drehwinkelgeregelte Werkzeug-Drehachse C angedeutet sind;

[0025] Fig. 2 eine schematische, abgebrochene Seitenansicht der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung von rechts in Fig. 1;

[0026] Fig. 3 eine schematische, teilweise geschnittenen und abgebrochene Draufsicht auf die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung von oben in Fig. 1;

[0027] Fig. 4 eine aufgebrochene Stirnansicht eines erfundungsgemäßen Werkzeugs zur Flächenbearbeitung von Brillenlinsen aus Kunststoff, welches neben einer Mehrzahl von gleichmäßig am Umfang verteilten Frässchneidplättchen zwei symmetrisch angeordnete Drehmeißel aufweist;

[0028] Fig. 5 eine Schnittansicht des in Fig. 4 gezeigten Werkzeugs entsprechend der Schnittverlaufslinie V-V in Fig. 4, in der zur Vereinfachung der Darstellung lediglich eines der Frässchneidplättchen gezeigt ist;

[0029] Fig. 6 eine vergrößerte Draufsicht auf die Drehschneide eines Drehmeißels des in den Fig. 4 und 5 gezeigten Werkzeugs entsprechend dem Detailausschnitt D in Fig. 4 in Richtung des Pfeils P in Fig. 5 gesehen;

[0030] Fig. 7 eine in der Darstellungsweise der Fig. 6 entsprechende, vergrößerte Draufsicht auf die Drehschneide eines Drehmeißels in einer alternativen Ausgestaltung; und

[0031] Fig. 8 bis 11 prinzipielle Darstellungen, die einen Drehbearbeitungsvorgang zur Bearbeitung einer torischen Fläche an einer geschnitten gezeigten Brillenlinse mittels einer erfundungsgemäßen Vorrichtung unter Verwendung eines erfundungsgemäßen Werkzeugs in einer Vorderansicht entsprechend der Darstellung in Fig. 1 illustrieren, wobei die Fig. 8 und 9 den Beginn und die Fig. 10 und 11 das Ende

des Drehbearbeitungsvorgangs veranschaulichen, und wobei die Brillenlinse in den Fig. 9 und 11 gegenüber den Fig. 8 bzw. 10 um die Werkstück-Drehachse B um 90° weitergedreht ist.

[0032] Von der Vorrichtung zur Flächenbearbeitung von Brillenlinsen L aus Kunststoff sind in den Fig. 1 bis 3 zur Vereinfachung nur die Werkstückspindel 10 und die Werkzeugspindel 12 dargestellt, die sich geeignet abgedichtet in einen durch einen rechteckigen Linienzug angedeuteten, zur Umgebung hin abschirmbaren Arbeitsraum 14 hinein erstrecken. An der Werkstückspindel 10 ist endseitig in an sich bekannter Weise die auf einem Blockstück 16 aufgeblockte Brillenlinse L für die Bearbeitung der Rezeptfläche F derart angebracht, daß sie gleichachsig mit der Werkstückspindel 10 drehen kann. Die Werkstückspindel 10 ist hierfür mittels eines nicht dargestellten Elektromotors in der Drehzahl und dem Drehwinkel CNC-geregelt um die Werkstück-Drehachse B drehend antriebbar. Ferner ist die Werkstückspindel 10 mittels eines ebenfalls nicht gezeigten Schlittens und zugeordneter Antriebs- und Steuerungselemente in der im dargestellten Ausführungsbeispiel horizontal verlaufenden linearen Achsrichtung Y CNC-lagegeregelt verstellbar, d. h. sie kann in den Fig. 1 und 3 nach rechts und nach links definiert verlagert werden.

[0033] Die im dargestellten Ausführungsbeispiel wie die Werkstückspindel 10 horizontal ausgerichtete Werkzeugspindel 12 schließt, wie die Fig. 3 zeigt, mit der Werkstückspindel 10 einen vorbestimmten bzw. durch die Maschinenkonstruktion festgelegten Winkel α ein, der hier 105° beträgt. An der Werkzeugspindel 12 ist endseitig in an sich bekannter Weise ein Werkzeug 18 befestigt, welches gleichachsig mit der Werkzeugspindel 12 drehen kann und – wie nachfolgend noch näher beschrieben werden wird – auf besondere Art und Weise ausgebildet ist, um sowohl einen Fräsb- als auch einen Drehbearbeitungsvorgang durchzuführen. Hierfür ist die Werkzeugspindel 12 mittels eines nicht dargestellten Elektromotors in der Drehzahl und auch dem Drehwinkel CNC-geregelt um die Werkzeug-Drehachse C drehend bzw. verschwenkend antriebbar. Der Drehantrieb der Werkzeugspindel 12 ist dabei so ausgelegt, daß er zum einen während eines Fräsbearbeitungsvorgangs die zur Erzielung hoher Zerspanungsleistungen notwendigen Drehzahlen von bis zu 30.000 U/min ermöglicht, und zum anderen während eines Drehbearbeitungsvorgangs eine Positionierung des Werkzeugs 18 in eine genaue Winkellage bezüglich der zu bearbeitenden Rezeptfläche F der Brillenlinse L mit hoher Dynamik gestattet.

[0034] Weiterhin ist die Werkzeugspindel 12 mittels eines ebenfalls nicht gezeigten Schlittens und zugeordneter Antriebs- und Steuerungselemente in der im dargestellten Ausführungsbeispiel vertikal verlaufenden linearen Achsrichtung X CNC-lagegeregelt verstellbar, d. h. sie kann in den Fig. 1 und 2 definiert nach oben und nach unten bewegt werden. Im Ergebnis können mittels der beschriebenen Vorrichtung die Brillenlinse L und das Werkzeug 18 in den zwei rechtwinklig verlaufenden linearen Achsrichtungen Y bzw. X lagegeregelt sowie in der Werkstück-Drehachse B bzw. der Werkzeug-Drehachse C drehwinkelgeregelt relativ zueinander bewegt bzw. verschwenkt werden, um das Werkzeug 18 in einen definierten Bearbeitungseingriff mit der Brillenlinse L zu bringen und unter Beibehaltung des definierten Bearbeitungseingriffs relativ zur Brillenlinse L entlang einer vorgebbaren Bearbeitungsbahn bzw. eines vorgebbaren Weges zu führen, wie im folgenden noch näher erläutert werden wird.

[0035] Erwähnt sei in diesem Zusammenhang schließlich noch, daß an der Werkzeugspindel 12 auch eine hier nicht gezeigte Justagemöglichkeit vorgesehen ist, die es gestattet,

die Werkzeugspindel 12 in einer linearen, zu den Achsrichtungen X und Y senkrechten Richtung, d. h. in Fig. 2 nach links oder nach rechts bzw. in Fig. 3 nach oben oder nach unten zu bewegen, um z. B. den während eines Fräsbearbeitungsvorgangs die Geometrie der zu bearbeitenden Fläche F bestimmenden Flugkreis 20 von am Werkzeug 18 vorgesehenen Frässchneidplättchen 22 bezüglich der Werkstück-Drehachse B einzustellen.

[0036] In den Fig. 4 und 5 ist ein für sowohl einen Fräsbearbeitungsvorgang geeignet ausgebildetes Werkzeug 18 näher dargestellt. Das Werkzeug 18 hat in der Art eines Messerkopfs eine Mehrzahl von, im dargestellten Ausführungsbeispiel acht gleichmäßig am Umfang eines Werkzeug-Grundkörpers 24 verteilten Frässchneidplättchen 22, die eine konische Form aufweisen und auf ihrer durchmessergrößeren Stirnseite jeweils mit einer Beschichtung 26 aus z. B. PKD versehen sind, welche eine in der Draufsicht gemäß Fig. 5 geschwungene ringförmige Frässchneide 28 ausbildet. Bei einer Drehung des Werkzeugs 18 um die Werkzeug-Drehachse C definieren die Frässchneiden 28 in einer Ebene senkrecht zur Werkzeug-Drehachse C den bereits erwähnten Flugkreis 20, der in Fig. 4 mit einer Kreislinie dargestellt ist und dessen Durchmesser größer ist als der größte Durchmesser des im wesentlichen konisch zulaufenden Grundkörpers 24.

[0037] Ferner ist am Grundkörper 24 auch mindestens eine Drehschneide 30, im dargestellten Ausführungsbeispiel zwei bezüglich der Werkzeug-Drehachse C gegenüberliegend angeordnete Drehschneiden 30 vorgesehen, die jeweils durch ein Schneidplättchen 32 an einem lösbar am Grundkörper 24 befestigten Drehmeißel 34 ausgebildet und gegenüber dem Flugkreis 20 der Frässchneiden 28 um einen vorbestimmten Betrag nach radial innen versetzt angeordnet sind, wie in Fig. 4 gut zu erkennen ist. Bei beispielsweise einem Durchmesser des Frässchneiden-Flugkreises 20 von 80 mm sind die Drehschneiden 30 jeweils um ca. 0,2 mm in Richtung der Werkzeug-Drehachse C radial nach innen versetzt bzw. von der Werkzeug-Drehachse C um 39,8 mm abstandet, so daß sie bei einem Fräsbearbeitungsvorgang nicht mit der zu bearbeitenden Rezepturfläche R der Brillenlinse L in Eingriff kommen können. Wie weiterhin der Fig. 5 zu entnehmen ist, liegt die Drehschneide 30 im wesentlichen auf der Höhe des Flugkreises 20 der Frässchneiden 28 in einer gedachten Ebene parallel zu einer Ebene, die senkrecht zu einer durch die Werkzeug-Drehachse C und die Mittelachse M des zugehörigen Drehmeißels 34 aufgespannten Ebene verläuft und die Mittelachse M des Drehmeißels 34 enthält, während die Frässchneiden 28 jeweils in einer Ebene liegen, welche die Werkzeug-Drehachse C enthält.

[0038] Die Befestigung der Frässchneidplättchen 22 am Grundkörper 24 an dessen von seinem in an sich bekannter Weise ausgebildeten Aufnahmeabschnitt 36 abgewandten Ende ist in Fig. 4 links oben mittels zweier Aufbrüche näher dargestellt. Während der in Fig. 4 weiter rechts liegende Aufbruch in einer zur Zeichenebene parallel liegenden Ebene ausgeführt wurde, die die Mittelachse eines das entsprechende Frässchneidplättchen 22 am Grundkörper 24 positionierenden Stifts 38 enthält, liegt der in Fig. 4 linke Aufbruch in einer Ebene, die tatsächlich unter einem Winkel zur Zeichenebene verläuft und die Mittelachse des dargestellten Gewindestifts 40 enthält, zur Vereinfachung der Darstellung jedoch in die Zeichenebene gekippt wurde.

[0039] Gemäß insbesondere Fig. 4 ist der metallische Grundkörper 24 an seinem Außenumfang mit gleichmäßig winkelabstandeten, identisch ausgebildeten Aussparungen 42 versehen, die jeweils eine Planfläche 44 zur flächigen Auflagerung des jeweiligen Frässchneidplättchens 22 auf-

weisen. Die Lage der Planfläche 44 und die Dicke des jeweiligen Frässchneidplättchens 22 sind derart aufeinander abgestimmt, daß die Frässchneide 28 eines auf die Planfläche 44 aufgelegten Frässchneidplättchens 22 mit der Werkzeug-Drehachse C in einer Ebene liegt bzw. radial zu dieser ausgerichtet ist. In der Planfläche 44 ist ein Sackloch 46 ausgebildet, ist das der zylindrische Stift 38 so eingepreßt ist, daß ein Ende des metallischen Stifts 38 von der Planfläche 44 vorsteht. Auf das von der Planfläche 44 vorstehende Ende des Stifts 38 ist das mittig mit einer Bohrung 48 versehene Frässchneidplättchen 22 aufgesetzt. Die Bohrung 48 des Frässchneidplättchens 22 wird schließlich auf der von der Planfläche 44 abgewandten Seite des Frässchneidplättchens 22 von der Beschichtung 26 abgedeckt.

[0040] Wie weiterhin in Fig. 4 zu erkennen ist, hat jede der Aussparungen 42 auch einen schrägen Wandabschnitt 50, in den ein Bohrungsabschnitt 52 eingebracht ist, der der Führung eines zylindrischen Fortsatzes einer Spannplatte 54 dient. An den Bohrungsabschnitt 52 des Grundkörpers 24 schließt sich ein Innengewindeabschnitt 56 an, dessen Mittelachse in Verlängerung der Mittelachse des Bohrungsabschnitts 52 mit der Ebene der Planfläche 44 der Aussparung 42 unter einem Winkel verläuft. Auch die Spannplatte 54 hat einen über ihre gesamte Länge verlaufenden Innengewindeabschnitt 58 mit gegenüber dem Innengewindeabschnitt 56 im Grundkörper 24 umgekehrter Gewindesteigung. Dementsprechend ist der in die Innengewindeabschnitte 56, 58 eingeschraubte Gewindestift 40 ausgehend von seinen Enden mit voneinander getrennten Außen Gewindeabschnitten umgekehrter Steigung, d. h. einem Rechtsgewinde und einem Linksgewinde versehen.

[0041] Es ist ersichtlich, daß durch Drehen des hierfür mit einem Innensechskant versehenen Gewindestifts 40 die Spannplatte 54 nach radial innen oder außen bewegt werden kann, wobei sich die Spannplatte 54 infolge der Winkelstellung der Mittelachse des Gewindestifts 40 bezüglich der Planfläche 44 der Planfläche 44 nähert bzw. sich davon entfernt. Auf diese Weise kann das Frässchneidplättchen 22 mittels der Spannplatte 54 gegen die Planfläche 44 verspannt bzw. geklemmt werden.

[0042] Im Zusammenhang mit den Frässchneidplättchen 22 zu erwähnen ist schließlich noch, daß bei einem Fräsbearbeitungsvorgang von dem Kreisumfang der Frässchneide 28 nur ein Winkel von etwa 50°, d. h. nur etwa ein Siebtel des Schneidenumfangs herangezogen wird. Somit können die Frässchneidplättchen 22 nach Verschleiß des ersten Schneidensektors noch sechsmal in eine neue Position gedreht werden.

[0043] Gemäß Fig. 4 sind die Drehmeißel 34 in Umfangsrichtung des Werkzeugs 18 gesehen in etwa symmetrisch zwischen den Frässchneiden 28 benachbarter Frässchneidplättchen 22 angeordnet. Dabei hat der Grundkörper 24 für jeden Drehmeißel 34 eine Aussparung 60, von der ausgehend in den Grundkörper 24 ein Sackloch 62 zur Aufnahme eines im Querschnitt kreisförmigen Schafts 64 des Drehmeißels 34 eingebracht ist, wie die Fig. 5 zeigt. Das Sackloch 62 verläuft in radialer Richtung, d. h. in Richtung der Werkzeug-Drehachse C, wobei die Mittelachse des Sacklochs 62 mit der Werkzeug-Drehachse C einen vorbestimmten Winkel, im dargestellten Ausführungsbeispiel einen Winkel von ca. 75° einschließt. Wie weiterhin in Fig. 5 zu erkennen ist, hat der metallische Schaft 64 des Drehmeißels 34 eine schräge Aussparung 66 bzw. einen schrägen Einschliff, an dem eine mit einem Innensechskant versehene Madenschraube 68 anliegt, die in eine parallel zur Werkzeug-Drehachse C in den Grundkörper 24 eingebrachte Gewindebohrung 70 eingeschraubt ist. Es ist ersichtlich, daß die Madenschraube 68 zum einen den Drehmeißel 34 lösbar

in dem Sackloch 62 des Grundkörpers 24 befestigt, und zum andern den Drehmeißel 34 auf Anschlag gegen den Boden 72 des Sacklochs 62 hält.

[0044] Das lösbar oder als Beschichtung am Drehmeißel 34 angebrachte Schneidplättchen 32 kann den jeweiligen Erfordernissen entsprechend, insbesondere spezifisch für den zu bearbeitenden Werkstoff, aus polykristallinem Diamant (PKD), Naturdiamant oder aber auch Hartmetall mit oder ohne Verschleißschutz-Beschichtung bestehen. Was die Geometrie der Drehschneide 30 angeht, sind in den Fig. 6 und 7 zwei verschiedene Varianten der Drehschneide 30 vergrößert dargestellt, bei denen es sich bereits um Weiterbildungen der einfachsten Variante handelt, gemäß der die Drehschneide 30 über die gesamte Schnidenbreite eine konstante Krümmung aufweist. Die Krümmung hat hierbei vorzugsweise einen Radius, der im wesentlichen dem Abstand der Drehschneide 30 zur Werkzeug-Drehachse C entspricht, wodurch bei der Drehbearbeitung Formfehler infolge einer falschen Winkellage der Drehschneide 30 bezüglich der zu bearbeitenden Rezeptfläche R der Brillenlinse L vermieden werden. Mit den obigen Zahlenwerten wäre dies hier ein Radius von ca. 39,8 mm.

[0045] Den in den Fig. 6 und 7 dargestellten Varianten der Drehschneide 30 ist nun gemein, daß die Drehschneide 30 Teilbereiche von verschiedener, jeweils konstanter Krümmung aufweist, wobei die Krümmung in Drehrichtung des Werkzeugs 18 gesehen ausgehend von einem Ende der Drehschneide 30 zum anderen Ende der Drehschneide 30 von Teilbereich zu Teilbereich abnimmt. So hat die in Fig. 6 gezeigte Drehschneide 30 zwei Teilbereiche 74, 76, von denen der eine, als Feinbearbeitungsteil dienende Teilbereich 76 eine konstante Krümmung mit einem Radius aufweist, der wie oben beschrieben im wesentlichen dem Abstand der Drehschneide 30 zur Werkzeug-Drehachse C entspricht, während der andere, als Schruppbearbeitungsteil dienende Teilbereich 74 eine konstante Krümmung mit einem Radius aufweist, der deutlich kleiner ist als der Radius des erstgenannten Teilbereichs 76 und beispielsweise 15 mm beträgt. Das Breitenverhältnis der Teilbereiche 74 und 76 in Querrichtung des Schneidplättchens 32 beträgt im dargestellten Ausführungsbeispiel ca. 2 (Teilbereich 74) zu 5 (Teilbereich 76).

[0046] Bei dem in Fig. 7 dargestellten Schneidplättchen 32 ist die Drehschneide 30 sogar in vier verschiedene Teilbereiche 78, 80, 82 und 84 unterschiedlicher Breite unterteilt, deren Krümmung von rechts nach links abnimmt. Die in Fig. 7 von rechts nach links zugehörigen Radien könnten beispielsweise 40 mm, 80 mm, 120 mm und 200 mm betragen. Die Gesamtbreite der Drehschneide 30 in Querrichtung des Schneidplättchens 32 kann dennoch unter 10 mm liegen.

[0047] Aus der obigen Beschreibung ist ersichtlich, daß die Geometrie der Drehschneide 30 in weiteren Grenzen entsprechend der Geometrie und dem Werkstoff der zu bearbeitenden Werkstücke und den durchzuführenden Bearbeitungsverfahren sowie unabhängig von der Geometrie der Fräser schneiden 28 gewählt werden kann, wobei durch die Möglichkeit, verschiedene Teilbereiche der Drehschneide mit der zu bearbeitenden Fläche des Werkstücks in Bearbeitungseingriff zu bringen, auch die Gesamtstandzeit der Drehschneide gegenüber dem Stand der Technik deutlich erhöht werden kann.

[0048] Zur näheren Erläuterung eines bevorzugten Verfahrensablaufs wird nunmehr auf die Fig. 8 bis 11 Bezug genommen, die allerdings nur einen Drehbearbeitungsvorgang veranschaulichen. Dem Drehbearbeitungsvorgang vorgelagert ist ein Fräsbearbeitungsvorgang, wie er prinzipiell in der DE 195 29 786 C1 der Anmelderin beschrieben wird.

Dieser Fräsbearbeitungsvorgang umfaßt jedenfalls einen Einstech-Arbeitsgang, bei dem das um die Werkzeug-Drehachse C drehzahlgeregelt rotierende Werkzeug 18 und die drehwinkelgeregelt um die Werkstück-Drehachse B drehende Brillenlinse L in wenigstens einer von den zwei Achsrichtungen X und Y derart lagegeregelt relativ zueinander bewegt werden, daß die Fräser schneiden 28 mindestens im Bereich des Außenrands der Brillenlinse L eine ringmuldenförmigen Ausnehmung erzeugen, bevor das Werkzeug 18 in

10 einem formgebenden Arbeitsgang entlang eines spiralförmigen Weges bahngeregelt über die Brillenlinse L von außen nach innen geführt wird, um weiteres Material abzutragen. Wahrzfrie, wenn auch bevorzugt mit ablaufende Arbeitsgänge bei dem Fräsbearbeitungsvorgang sind die Randbearbeitung und das Facettieren der Brillenlinse L. Bei der Randbearbeitung wird mittels des rotierenden Werkzeugs 18 eine Bearbeitung des Brillenlinsenrohlings z. B. auf die durch die Brillengestellform vorgegebene Umfangskontur vorgenommen, während bei dem Facettieren die obere bzw.

15 innere Umfangskante des Brillenlinsenrohlings mittels des rotierenden Werkzeugs 18 abgeschrägt wird. Diese Verfahrensschritte sind dem Fachmann hinlänglich bekannt, so daß an dieser Stelle hierauf nicht weiter eingegangen werden soll.

20 [0049] Für den Drehbearbeitungsvorgang wird die Drehung des Werkzeugs 18 zunächst gestoppt und sodann die Drehschneide 30 des Werkzeugs 18 durch drehwinkelgeregelte Drehung des Werkzeugs 18 um die Werkzeug-Drehachse C in eine vorbestimmte Winkellage gebracht. Nun wird die somit auch in eine vorbestimmte Winkellage gebrachte Drehschneide 30 des Werkzeugs 18 durch eine lagegeregelte Relativbewegung von Brillenlinse L und Werkzeug 18 in wenigstens einer der beiden Achsrichtungen X und Y tangential im Bereich des Außenrands der zu bearbeitenden Rezeptfläche F an die Rezeptfläche F der drehwinkelgeregelt um die Werkstück-Drehachse B gedrehten Brillenlinse L angelegt. Dieser Zustand ist in Fig. 8 dargestellt.

25 Wie oben in der Beschreibung der Ausbildung des Werkzeugs 18 schon erwähnt, kann hier den jeweiligen Bearbeitungserfordernissen entsprechend durch die drehwinkelgeregelte Verschwenkmöglichkeit des Werkzeugs 18 ein bestimmter Drehmeißel 34 mit einem Schneidplättchen 32 aus einem bestimmten Werkstoff bzw. ein bestimmter Bereich der Drehschneide 30 mit einer bestimmten Krümmung an 30 die Rezeptfläche F der Brillenlinse L angelegt werden. Ein notwendiger Spanabtrag zur Feinbearbeitung und zum Ausgleichen von vom Fräsen her resultierenden Ungenauigkeiten ist hierdurch einstellbar.

35 [0050] Sodann wird die Drehschneide 30 durch lagegeregelte Relativbewegung von Brillenlinse L und Werkzeug 18 in den beiden Achsrichtungen X und Y sowie drehwinkelgeregelte Drehung des Werkzeugs 18 um die Werkzeug-Drehachse C in Abhängigkeit von der Drehwinkelstellung der Brillenlinse L um die Werkstück-Drehachse B entlang eines spiralförmigen Weges, der in seiner Form vorzugsweise der Form einer archimedischen Spirale ähnelt, über die Brillenlinse L geführt. Der dabei gefahrene Spiralabstand ist einerseits kleiner als der Spiralabstand des spiralförmigen Weges bei dem vorgeschalteten Fräsbearbeitungsvorgang, um die 40 Rauhtiefe der bearbeiteten Fläche F in vorbestimmten Grenzen zu halten, andererseits aber größer als bei herkömmlichen Drehbearbeitungsverfahren, bedingt durch den verhältnismäßig großen Radius der Drehschneide 30, der auch für eine sehr kleine kinematische Rauhigkeit der erzeugten Fläche F sorgt.

45 [0051] Die Fig. 9 veranschaulicht in diesem Zusammenhang, daß bei dem Drehbearbeitungsvorgang die Position der Drehschneide 30 durch CNC-geregelte Drehung der 50

Werkzeugspindel 12 auch bei der Erzeugung von nicht-rotationssymmetrischen Flächen, im dargestellten Verfahrensbeispiel eine torische Fläche F, stets an die jeweilige Krümmung der Fläche F so angepaßt wird, daß die Drehschneide 30 tangential an der zu bearbeitenden Fläche F zur Anlage kommt. Es handelt sich hierbei um ein CNC-geregeltes, kontinuierliches Nachführen der Drehschneide 30. Weiterhin zeigt ein Vergleich der Fig. 9 mit der Fig. 8, daß bei dem Drehbearbeitungsvorgang in Abhängigkeit von der Drehwinkelstellung der Brillenlinse L nicht nur (a) die Drehschneide 30 um die Werkzeug-Drehachse C definiert hin- und hergeschwenkt wird, sondern auch (b) die Brillenlinse L in der Achsrichtung Y definiert hin- und herbewegt wird, d. h. in Fig. 9 nach rechts und nach links, und (c) das Werkzeug 18 in der Achsrichtung X definiert hin- und herbewegt wird, d. h. in Fig. 9 nach oben und nach unten. Im übrigen ist in Fig. 9 der Eingriffsbereich zwischen der Drehschneide 30 und der zu bearbeitenden Fläche F der Brillenlinse L zur Vereinfachung der Darstellung zwar wie in Fig. 8 in unmittelbarer Nähe des Randes der zu bearbeitenden Brillenlinse L gezeigt, tatsächlich ist der Eingriffsbereich aber infolge der Führung der Drehschneide 30 entlang des spiralförmigen Weges über die Brillenlinse L schon ein kleines Stück nach radial innen gewandert.

[0052] Die Fig. 10 und 11 veranschaulichen schließlich das Ende des Drehbearbeitungsvorgangs. Sobald die Drehschneide 30 auf ihrem spiralförmigen Weg über die Brillenlinse L die optische Achse der Brillenlinse L erreicht hat und die Brillenlinse L noch einmal um 360° gedreht wurde, wird letztere vom Werkzeug 18 in der Y-Achse wegbewegt, so daß die Drehschneide 30 von der Brillenlinse L außer Eingriff kommt. Als Drehbearbeitungsergebnis liegt eine (fein)gedrehte, in Bezug auf Geometrietreue und Rauhtiefe äußerst feine Rezeptfläche F von polierreifer Qualität vor.

[0053] Für den Fachmann ist ersichtlich, daß an der oben beschriebenen Vorrichtung zur Bearbeitung von Werkstücken aus sprödharten Materialien, wie z. B. Mineralgläsern oder Keramikformen, auch gesinterte scheibenförmige Schleifwerkzeuge zum Einsatz kommen können, wie sie z. B. in der DE 195 29 786 C1 der Anmelderin unter Bezugnahme auf die Fig. 3 und 4 beschrieben werden, nachdem die obige Vorrichtung mit ihren vier CNC-geregelten Achsen X, Y, B und C auch sämtliche in der DE 195 29 786 C1 beschriebenen Bewegungsabläufe ausführen kann. Somit ist die beschriebene Vorrichtung für die Bearbeitung aller Materialien und Flächen, einschließlich prismatischer Flächen und Freiformflächen, im sogenannten "RX"-Bereich, d. h. auf dem Gebiet der Rezeptbrillenglasbearbeitung geeignet. Hierbei ist sogar der Einsatz als reine Drehbearbeitungsvorrichtung denkbar, bei der die Drehschneide wie beschrieben auch bezüglich der bearbeiteten Fläche verschwenkbar ist.

[0054] Weiterhin ist für den Fachmann ersichtlich, daß, obgleich oben eine Linearbewegungsmöglichkeit für die Werkstückspindel (Y-Achse) und eine Linearbewegungsmöglichkeit für die Werkzeugspindel (X-Achse) beschrieben wurde, den jeweiligen Erfordernissen entsprechend die resultierende Relativbewegung zwischen Werkstück und Werkzeug auch erzeugt werden kann, indem für die Werkstückspindel oder die Werkzeugspindel mittels beispielsweise einer Kreuzschlitzenanordnung zwei Linearbewegungsmöglichkeiten (X- und Y-Achse) vorgesehen werden, während die jeweils andere Spindel keine Linearbewegungsmöglichkeit hat.

[0055] Es wird eine Vorrichtung zur Flächenbearbeitung von u. a. Kunststoff-Brillenlinsen offenbart, die eine Werkstückspindel aufweist, mittels der die Brillenlinse drehwinkelgeregt um eine Werkstück-Drehachse B antreibbar ist, sowie eine Werkzeugspindel hat, mittels der ein Werkzeug

um eine Werkzeug-Drehachse C drehend antreibbar ist, wobei Werkstück- und Werkzeugspindel lagegeregelt in zwei rechtwinklig verlaufenden Achsrichtungen X, Y relativ zueinander bewegbar sind. Erfindungsgemäß ist für eine Drehbearbeitung der zu bearbeitenden Fläche der Brillenlinse das Werkzeug mittels der Werkzeugspindel auch drehwinkelgeregt um die Werkzeug-Drehachse C verschwenkbar, so daß eine am Werkzeug vorgesehene Drehschneide in Abhängigkeit von der Drehwinkelstellung der Brillenlinse mit der zu bearbeitenden Fläche der Brillenlinse in einen definierten Drehbearbeitungseingriff bringbar ist. Die Erfindung umfaßt auch ein kombiniertes Fräsen- und Drehbearbeitungswerkzeug sowie ein kombiniertes Fräsen- und Drehbearbeitungsverfahren. Im Ergebnis sind bei der Flächenbearbeitung in einfacher und effizienter Weise hohe Zerspanungsleistungen und sehr gute Oberflächenqualitäten erzielbar.

Bezugszeichenliste

- 20 10 Werkstückspindel
- 12 Werkzeugspindel
- 14 Arbeitsraum
- 16 Blockstück
- 18 Werkzeug
- 25 20 Flugkreis
- 22 Frässchneidplättchen
- 24 Grundkörper
- 26 Beschichtung
- 28 Frässchneide
- 30 30 Drehschneide
- 32 Dreh-Schneidplättchen
- 34 Drehmeißel
- 36 Aufnahmearbeitschnitt
- 38 Stift
- 35 40 Gewindestift
- 42 Aussparung
- 44 Planfläche
- 46 Sackloch
- 48 Bohrung
- 40 50 schräger Wandabschnitt
- 52 Bohrungsabschnitt
- 54 Spannpratze
- 56 Innengewindeabschnitt
- 58 Innengewindeabschnitt
- 45 60 Aussparung
- 62 Sackloch
- 64 Schaft
- 66 Aussparung
- 68 Madenschraube
- 50 70 Gewindebohrung
- 72 Boden
- 74 Teilbereich
- 76 Teilbereich
- 78 Teilbereich
- 55 80 Teilbereich
- 82 Teilbereich
- 84 Teilbereich
- B Werkstück-Drehachse
- C Werkzeug-Drehachse
- 60 F Rezeptfläche
- L Werkstück/Brillenlinse
- M Mittelachse des Drehmeißels
- X Linearachse Werkzeug
- Y Linearachse Werkstück
- α Winkel zwischen Werkstück-Drehachse B und Werkzeug-Drehachse C

Patentansprüche

1. Verfahren zur Flächenbearbeitung von Werkstücken (L) aus nicht-sprödharren Materialien in der Optikfertigung, wie Brillenlinsen aus Kunststoff, bei welchem das im Drehwinkel geregelt um eine Werkstück-Drehachse (B) rotierende Werkstück (L) einem Fräsbearbeitungsvorgang durch ein Werkzeug (18) ausgesetzt wird, das um eine mit der Werkstück-Drehachse (B) einen vorbestimmten Winkel (α) einschließende Werkzeug-Drehachse (C) rotiert, wobei das Werkstück (L) und das Werkzeug (18) in wenigstens einer von zwei rechtwinklig verlaufenden Achsrichtungen (X, Y) derart lagegeregelt relativ zueinander bewegt werden, daß das Werkzeug (18) während eines Einstich-Arbeitsgangs mindestens im Bereich des Außenrands des Werkstücks (L) eine ringmuldenförmige Ausnehmung erzeugt, bevor das Werkzeug (18) in einem formgebenden Arbeitsgang entlang eines spiralförmigen Weges über das Werkstück (L) weiteres Material abträgt, dadurch gekennzeichnet, daß sich an den Fräsbearbeitungsvorgang ein Drehbearbeitungsvorgang anschließt, bei dem eine am Werkzeug (18) vorgesehene Drehschneide (30) durch eine lagegeregelte Relativbewegung von Werkstück (L) und Werkzeug (18) in wenigstens einer der zwei Achsrichtungen (X, Y) und eine im Drehwinkel geregelte Schwenkbewegung des Werkzeugs (18) um die Werkzeug-Drehachse (C) tangential an die zu bearbeitende Fläche (F) des im Drehwinkel geregelt um die Werkstück-Drehachse (B) gedrehten Werkstücks (L) angelegt und im Drehbearbeitungseingriff entlang eines spiralförmigen Weges über das Werkstück (L) geführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Drehbearbeitungsvorgang wenigstens ein Teilbereich einer Drehschneide (30) des Werkzeugs (18) mit der zu bearbeitenden Fläche (F) des Werkstücks (L) in Drehbearbeitungseingriff gebracht wird, wobei zumindest der in Drehbearbeitungseingriff gebrachte Teilbereich der Drehschneide (30) gleich oder nur geringfügig stärker gekrümmt ist als die zu bearbeitende Fläche (F).

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Drehbearbeitungsvorgang wenigstens ein Teilbereich einer Drehschneide (30) des Werkzeugs (18) mit der zu bearbeitenden Fläche (F) des Werkstücks (L) in Drehbearbeitungseingriff gebracht wird, wobei das Werkzeug (18) für weitere Drehbearbeitungsvorgänge in Abhängigkeit vom Verschleiß der Drehschneide (30) um die Werkzeug-Drehachse (C) im Drehwinkel geregelt verschwenkt wird, um einen anderen Teilbereich dieser Drehschneide (30) oder wenigstens einen Teilbereich einer anderen Drehschneide (30) mit der zu bearbeitenden Fläche (F) des Werkstücks (L) in Drehbearbeitungseingriff zu bringen.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für den Drehbearbeitungsvorgang am Werkzeug (18) eine Drehschneide (30) eingesetzt wird, die unterschiedlich gekrümmte Teilbereiche (74, 76; 78, 80, 82, 84) aufweist, wobei das Werkzeug (18) in Abhängigkeit von dem gewünschten Zerspanungsvolumen und der gewünschten Oberflächenqualität der bearbeiteten Fläche des Werkstücks (L) derart um die Werkzeug-Drehachse (C) im Drehwinkel geregelt verschwenkt wird, daß für ein im Verhältnis großes Zerspanungsvolumen ein stärker gekrümmter Teilbereich der Drehschneide (30) mit der zu

bearbeitenden Fläche (F) des Werkstücks (L) in Drehbearbeitungseingriff gebracht wird, während für eine im Verhältnis hohe Oberflächenqualität ein schwächer gekrümmter Teilbereich der Drehschneide (30) mit der zu bearbeitenden Fläche (F) des Werkstücks (L) in Drehbearbeitungseingriff gebracht wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Drehbearbeitungsvorgang eine mit der zu bearbeitenden Fläche (F) im Drehbearbeitungseingriff befindliche Drehschneide (30) entlang eines spiralförmigen Weges über das Werkstück (L) geführt wird, der eine Form ähnlich einer archimedischen Spirale aufweist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens während des Drehbearbeitungsvorgangs ein Hochdruck-Kühlmittelstrahl auf die Bearbeitungseingriffsstelle zwischen Werkzeug (18) und Werkstück (L) gerichtet wird.

7. Werkzeug (18) zur Flächenbearbeitung von Werkstücken (L) aus nicht-sprödharren Materialien in der Optikfertigung, wie Brillenlinsen aus Kunststoff, insbesondere für die Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einem Grundkörper (24), an dem eine Mehrzahl von Fräser schneiden (28) vorgesehen ist, die bei einer Drehung des Werkzeugs (18) um eine Werkzeug-Drehachse (C) in einer Ebene senkrecht zur Werkzeug-Drehachse (C) einen Flugkreis (20) definieren, dadurch gekennzeichnet, daß am Grundkörper (24) auch mindestens eine Drehschneide (30) vorgesehen ist, die gegenüber dem Flugkreis (20) der Fräser schneiden (28) um einen vorbestimmten Betrag nach radial innen versetzt angeordnet ist.

8. Werkzeug (18) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß am Grundkörper (24) mehrere Drehschneiden (30) vorgesehen sind, die vorzugsweise gleichmäßig am Umfang des Grundkörpers (24) verteilt sind.

9. Werkzeug (18) nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine Drehschneide (30) eine konstante Krümmung mit einem Radius hat, der im wesentlichen dem Abstand der Drehschneide (30) zur Werkzeug-Drehachse (C) entspricht.

10. Werkzeug (18) nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehschneide (30) Teilbereiche (74, 76; 78, 80, 82, 84) von verschiedener, jeweils konstanter Krümmung aufweist, wobei die Krümmung in Drehrichtung des Werkzeugs (18) gesehen ausgehend von einem Ende der Drehschneide (30) zum anderen Ende der Drehschneide (30) von Teilbereich zu Teilbereich kontinuierlich abnimmt.

11. Werkzeug (18) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehschneide (30) zwei Teilbereiche (74, 76) hat, von denen der eine Teilbereich (76) eine konstante Krümmung mit einem Radius aufweist, der im wesentlichen dem Abstand der Drehschneide (30) zur Werkzeug-Drehachse (C) entspricht, während der andere Teilbereich (74) eine konstante Krümmung mit einem Radius aufweist, der deutlich kleiner ist als der Radius des erstgenannten Teilbereichs (76).

12. Werkzeug (18) nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehschneide (30) durch ein Schneidplättchen (32) an einem Drehmeißel (34) ausgebildet ist, der lösbar am Grundkörper (24) befestigt ist.

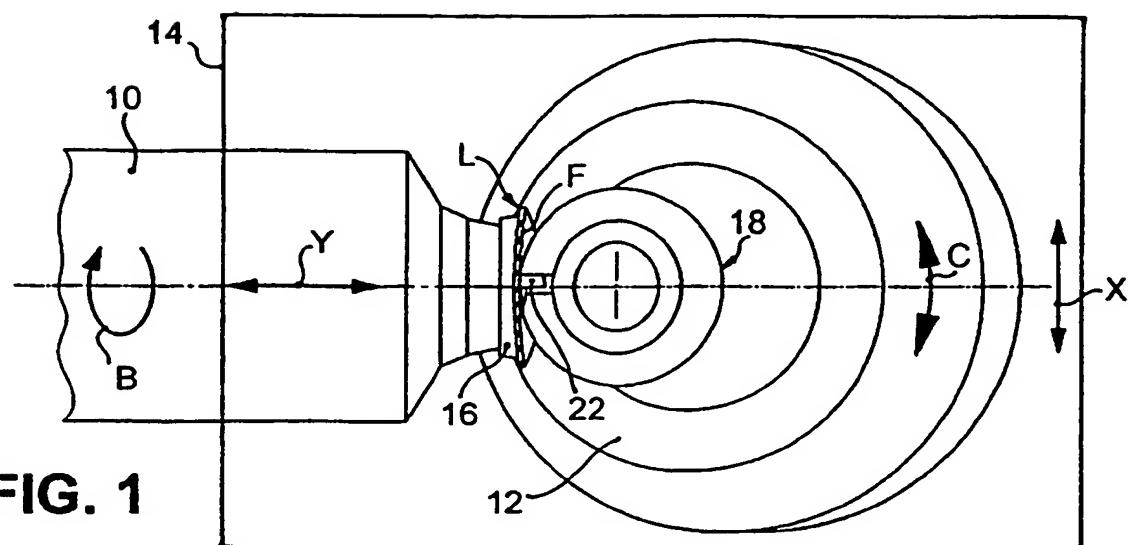
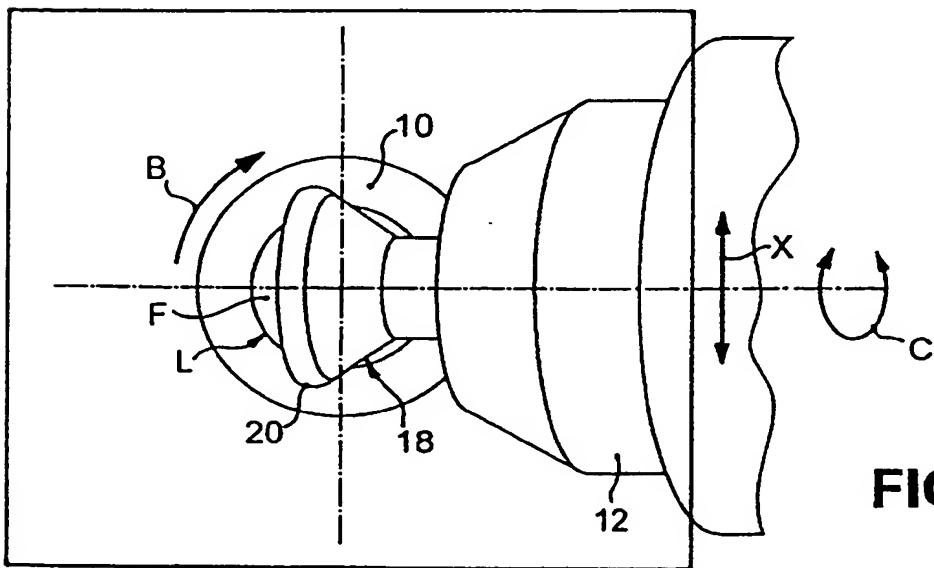
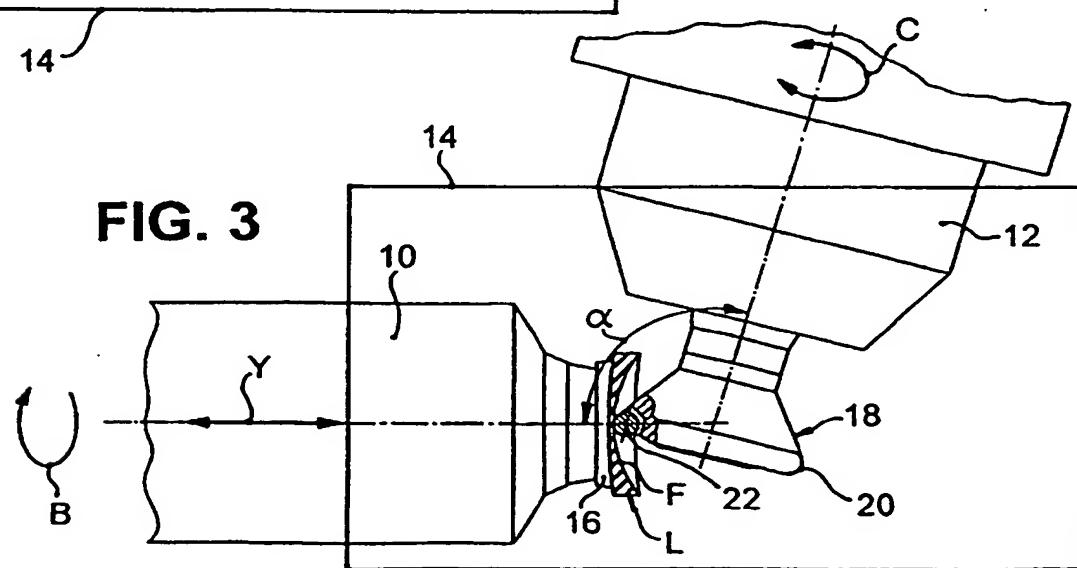
13. Werkzeug (18) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundkörper (24) mit einem

Sackloch (62) zur Aufnahme eines im Querschnitt kreisförmigen Schafts (64) des Drehmeißels (34) versehen ist, wobei der Schaft (64) eine schräge Aussparung (66) aufweist, an dem eine in eine Gewindebohrung (70) des Grundkörpers (24) einschraubbare 5 Schraube (68) anliegt, um den Drehmeißel (34) lösbar am Grundkörper (24) zu befestigen und auf Anschlag gegen den Boden (72) des Sacklochs (62) zu halten.

14. Vorrichtung zur Flächenbearbeitung von Werkstücken (L) aus nicht-spröden Materialien in der 10 Optikfertigung, wie Brillenlinsen aus Kunststoff, insbesondere für die Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 unter Verwendung eines Werkzeugs (18) insbesondere nach einem der Ansprüche 7 bis 13, mit einer Werkstückspindel (10), mittels 15 der das Werkstück (L) im Drehwinkel geregelt um eine Werkstück-Drehachse (B) drehend antreibbar ist, und einer Werkzeugspindel (12), mittels der das Werkzeug (18) um eine Werkzeug-Drehachse (C) drehend antreibbar ist, die mit der Werkstück-Drehachse (B) einen 20 vorbestimmten Winkel (α) einschließt, wobei die Werkstückspindel (10) und die Werkzeugspindel (12) lagegeregelt in zwei rechtwinklig verlaufenden Achsrichtungen (X, Y) relativ zueinander bewegbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß für eine Drehbearbeitung 25 der zu bearbeitenden Fläche (F) des Werkstücks (L) das Werkzeug (18) mittels der Werkzeugspindel (12) im Drehwinkel geregelt um die Werkzeug-Drehachse (C) verschwenkbar ist, so daß eine am Werkzeug (18) vorgesehene Drehschneide (30) in Abhängigkeit von der 30 Drehwinkelstellung des Werkstücks (L) mit der zu bearbeitenden Fläche (F) des Werkstücks (L) in einen definierten Drehbearbeitungseingriff bringbar ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl die Werkstückspindel (10) als 35 auch die Werkzeugspindel (12) horizontal ausgerichtet sind.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

**FIG. 1****FIG. 2****FIG. 3**

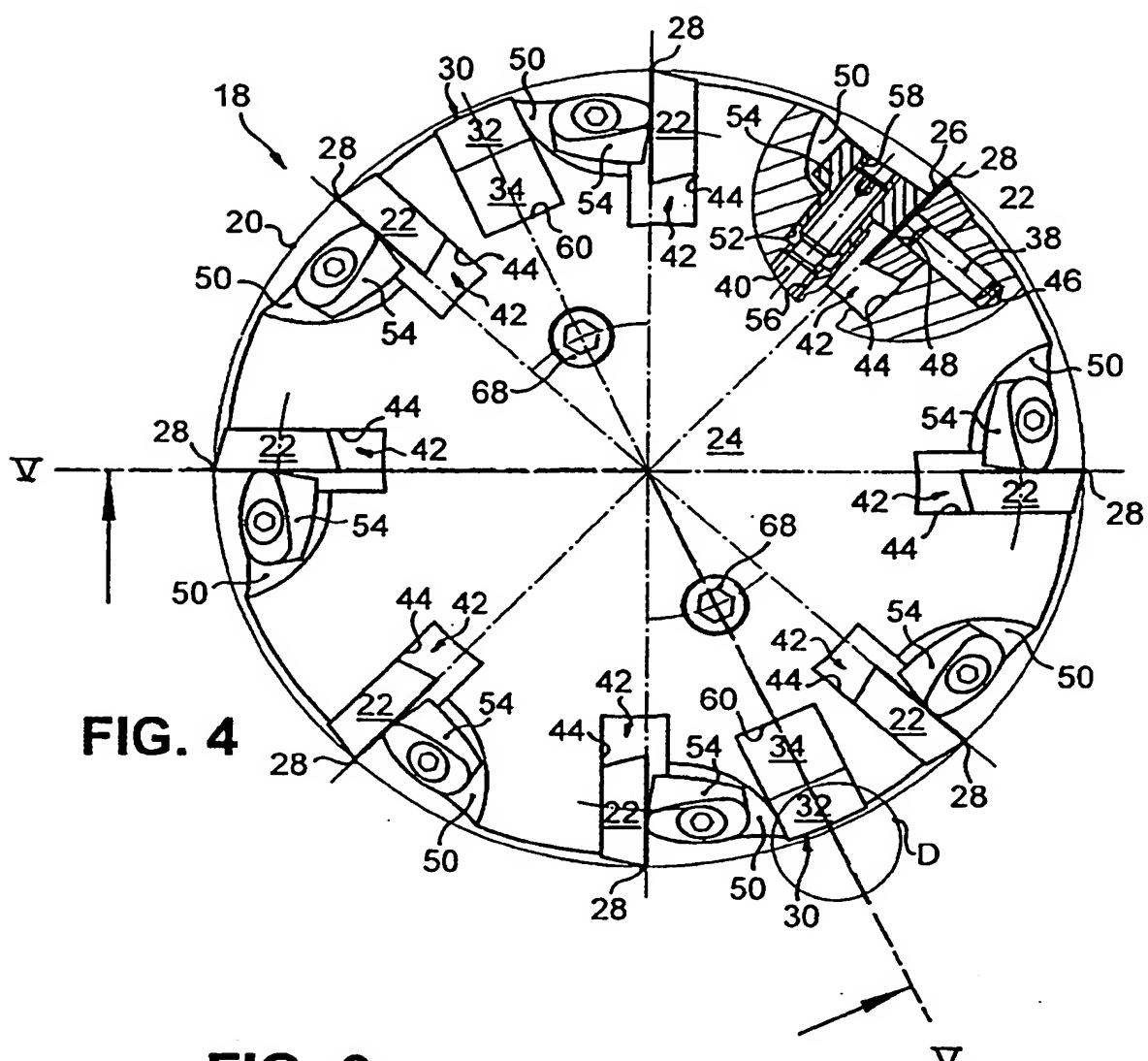
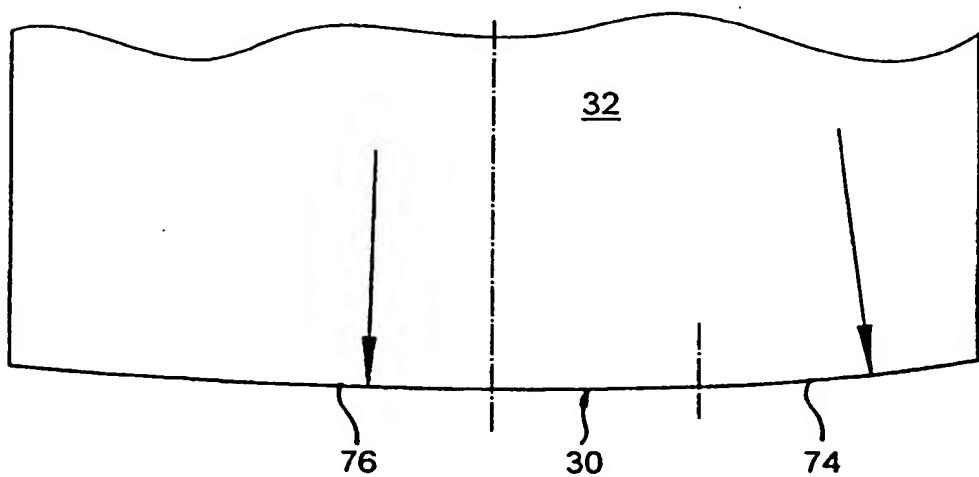
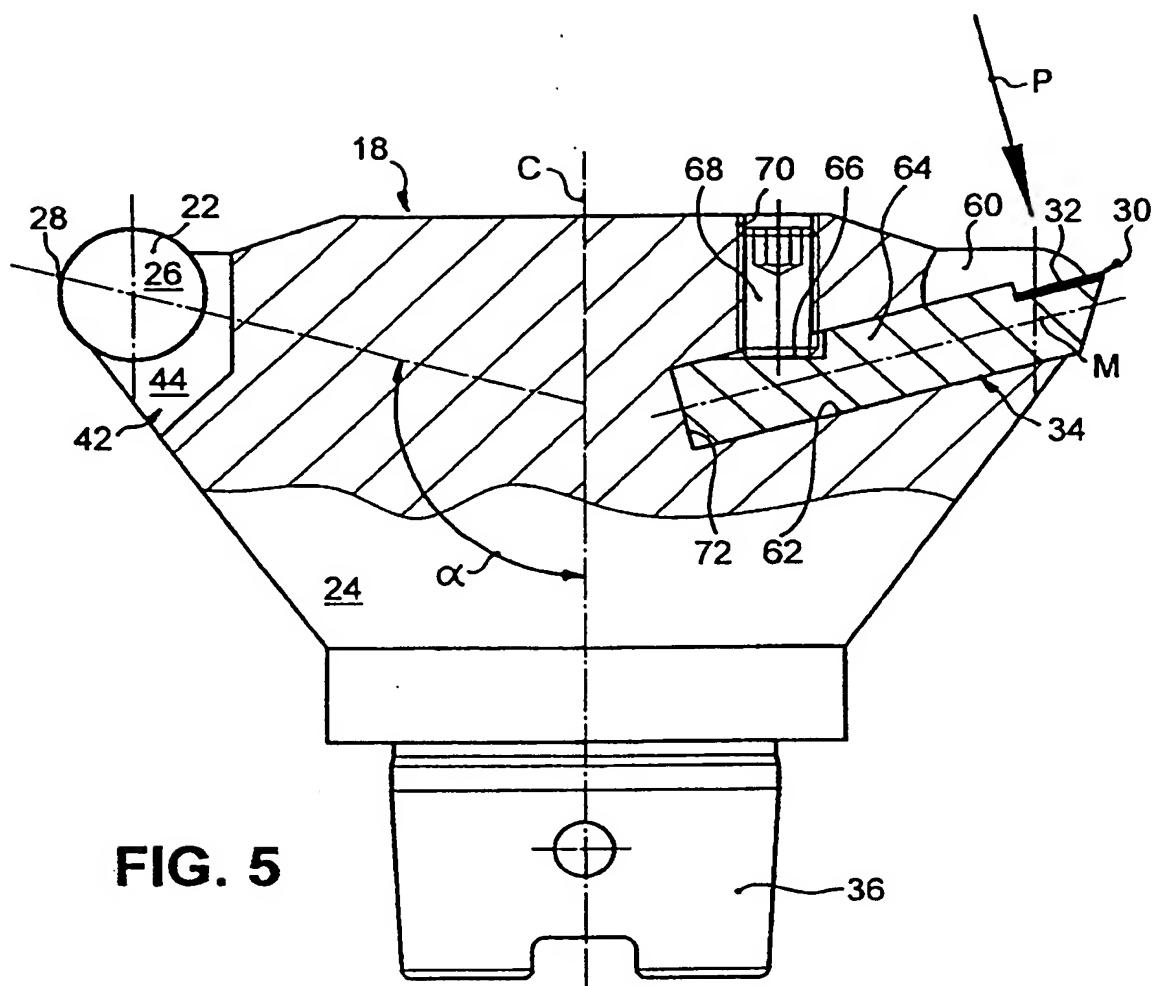
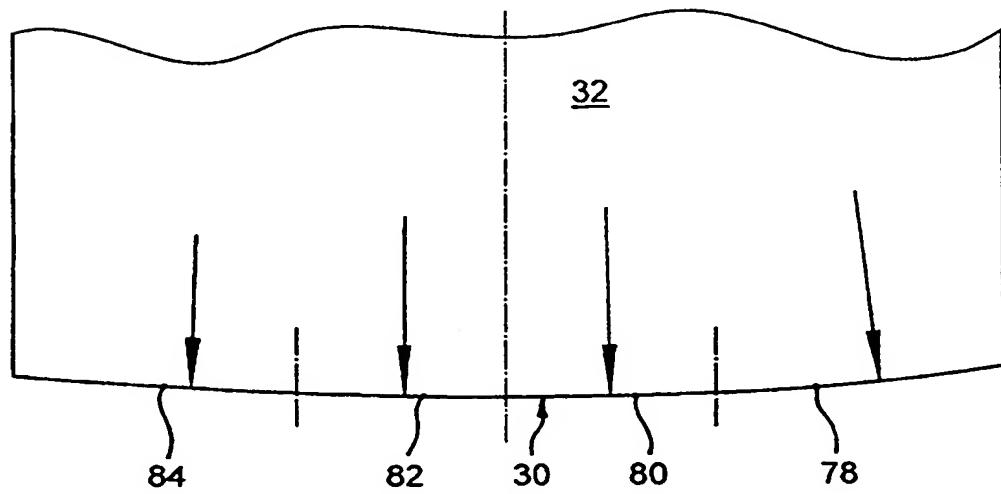
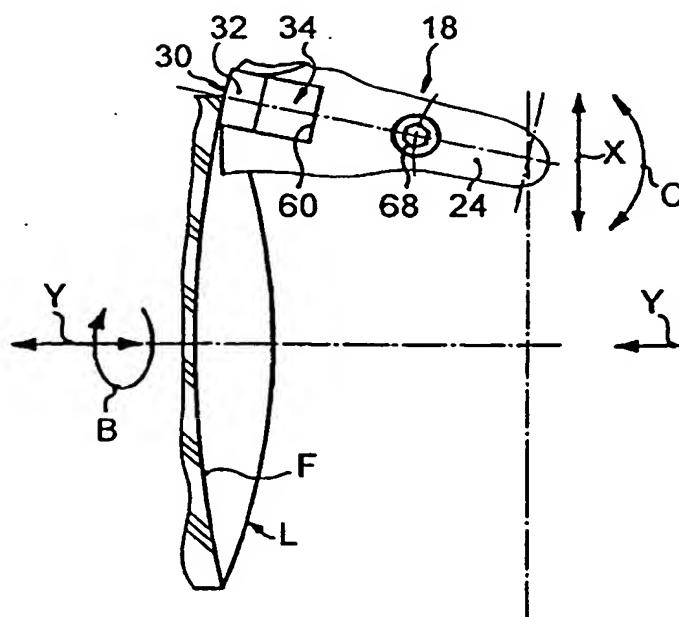
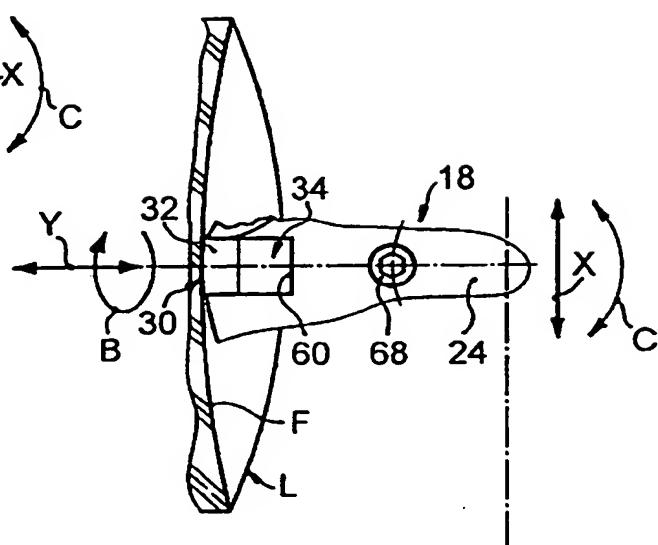
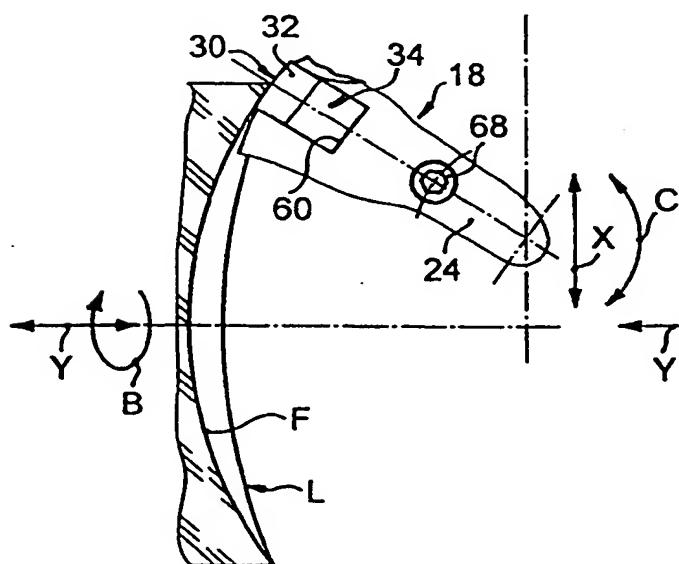
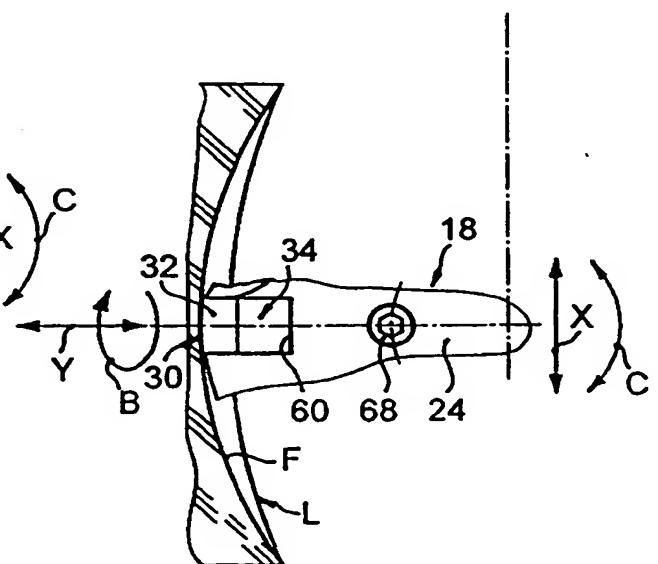


FIG. 6



**FIG. 5****FIG. 7**

**FIG. 8****FIG. 10****FIG. 9****FIG. 11**